

전이 환경에서 이중 스택 메커니즘을 사용한 이동 IPv4와 이동 IPv6 연동 문제 해결 방안 연구

권금연⁰ 황인준 강현국
고려대학교 전자정보공학과
{kwonky⁰, hwangji, kahng}@korea.ac.kr

Research of solutions for inter-working problem between a mobile IPv4 and a mobile IPv6
using the Dual Stack Transition Mechanism in transition environment

Keumyoun⁰ Kwon, In-Jun Hwang, Hyun-Kook Kahng
Dept. of Electronics and Information, Korea University

요 약

IPv4가 가지는 주소 부족 및 보안 등의 문제들로 인하여, 인터넷 환경은 IPv6로 전이가 이루어지고 있다. 또한 노트북 및 PDA 등 단말들이 소형화, 간편화되면서 단말의 이동성 문제가 정장화 되고 있다. 이러한 오늘날의 인터넷 환경에서, IPv4에서 IPv6로의 전이 환경에서의 두 프로토콜의 연동을 위해 여러 메커니즘들이 소개되고 있으며, 단말의 이동성 제공을 위해 IPv4 기반으로는 이동 IPv4(Mobile IPv4)가 표준으로 제정되었으며 IPv6 기반으로는 이동 IPv6(Mobile IPv6)가 현재 표준 제정 완료 단계에 있다. 따라서 본 논문에서는 전이 환경에서 이동성 지원을 위하여 이중스택 메커니즘을 사용한 이동 IPv4와 이동 IPv6의 연동 문제 해결 방안에 대해 모색해본다.

1. 서 론

오늘날 인터넷은 IPv4에서 IPv6로 전이가 진행되고 있으며, 소형화 간편화된 단말의 이동성 제공을 위한 인터넷 프로토콜의 표준화가 완료 단계에 있다. 이러한 전이 환경에서의 이동성 지원을 위해, 본 논문에서는 이중 스택 메커니즘을 사용하여 이동 IPv4와 이동 IPv6의 연동 문제 해결 방안을 모색해 본다. 이를 위해 2장에서는 이동 IPv4, 이동 IPv6 그리고 이중 스택 메커니즘에 대해 분석하였다. 3장에서는 이중 스택 메커니즘을 사용하여 전이 환경에서의 이동성 지원 문제에 대한 해결 방안을 제시한 문서들을 분석하였다. 그 해결 방안은 이중 스택 메커니즘의 적용 방안에 따라 크게 네 가지로 나눌 수 있다.

2. 관련 연구

2.1 이동 IPv4

IPv4 기반의 이동성 지원에 대한 표준인 이동 IPv4는 [1]을 따른다. IPv4 네트워크 환경에서 다른 IPv4 네트워크로 이동하는 경우, 이동 노드는 이동한 외부 네트워크에서 의탁 주소(Care-of Address, CoA)를 획득한 후, 자신의 홈 네트워크의 홈 에이전트에게 의탁 주소를 등록한다. 홈 에이전트는 상대 노드로부터 이동 노

드로 향하는 패킷들을 프록시 ARP(Proxy ARP) 기능을 통해 인터셉트하여 이동 노드의 의탁 주소로 터널링한다. 이때, 의탁 주소가 외부 에이전트의 IP주소라면, 터널링된 패킷은 외부 에이전트에 의해 디캡슐화(decapsulate)되어 이동 노드에게 전달되고, 만약 의탁 주소가 DHCP (Dynamic Host configuration Protocol) 서버로부터 할당되었다면, 터널링된 패킷은 이동 노드에게 직접 전달되고, 이동 노드가 그 패킷을 디캡슐화한다. 상대 노드로부터 패킷을 수신한 이동 노드는 외부 에이전트를 통해 상대 노드로 패킷을 송신한다.

2.2 이동 IPv6

IPv6 기반의 이동성 지원에 대한 표준인 이동 IPv6는 [2]를 따른다. IPv6 네트워크 환경에서 다른 IPv6 네트워크로 이동하는 경우, 이동 노드는 이동한 네트워크의 라우터로부터 프리픽스 주소를 광고 받는다. 광고 받은 프리픽스 정보를 이용하여 주소 자동 설정(address auto configuration) 메커니즘을 통해 의탁 주소를 생성한 후, 홈 에이전트에게 홈 주소(Home Address, HoA)와 의탁 주소를 등록한다. 홈 에이전트와의 바인딩 업데이트 후, 상대 노드와의 바인딩 업데이트 인증을 위해 RR 과정(Return Routability procedure)을 수행하고 상대 노드와 바인딩 업데이트를 완료한다. 상대 노드와의 바인딩 업데이트 후, 이동 노드는 상대 노드와 직접

* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2002-000-00489-0)지원으로 수행되었음.

통신이 가능하다.

2.3 이중 스택 메커니즘

이중 스택 메커니즘[3]은 IPv6-only 네트워크 내에서 IPv4 트래픽을 전송하기 위해 이중 스택 노드(IPv4와 IPv6를 모두 지원함, DSTM 노드)에 임시 IPv4 주소를 할당하여 IPv4-in-IPv6 터널링을 사용하는 메커니즘이다. 이중 스택 메커니즘은 주소 서버(address server, DSTM 서버), 게이트웨이 그리고 이중 스택 노드로 구성된다. 주소 서버는 클라이언트 노드에게 할당할 IPv4 주소들을 가진다. 게이트웨이(터널의 종단점, Tunnel End Point(TEP))는 패킷을 캡슐화(encapsulation), 디캡슐화(decapsulation) 하여 IPv4 네트워크와 IPv6 네트워크 사이에서 패킷을 전달해준다.

3. 전이 환경에서의 이동성 지원을 위한 이중 스택 메커니즘

전이 환경에서의 이동성 지원을 위해 이중 스택 메커니즘을 사용한 여러 방안들이 제시되었다. 이중 스택 메커니즘의 적용 방안에 따라 크게 네 가지로 구분할 수 있다.

3.1 이동 노드에서의 이중 스택 구조

다음 그림 1은 [4]에서 이동 노드에서의 이중 스택 구조를 보여준다.

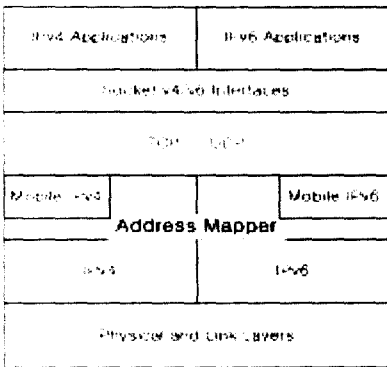


그림 1 이동 노드에서의 이중 스택 구조

그림 1의 주소 매퍼(address mapper)가 이중 스택에서의 이동성을 지원해준다. 주소 매퍼는 IP계층과 이동 IP계층 사이에 존재하여 이동성(mobility) 메시지들을 받아서 다른 IP 프로토콜로 전달해준다. 주소 매퍼는 홈 주소의 IP 버전과 다른 IP 버전인 의탁 주소와의 연결을 생성하여, 올바른 IP 계층으로 IPv4/IPv6 패킷을 빠르게 연결해준다. 또한, 주소 매퍼는 상위 계층 프로토콜에 투명한 서비스를 제공해준다.

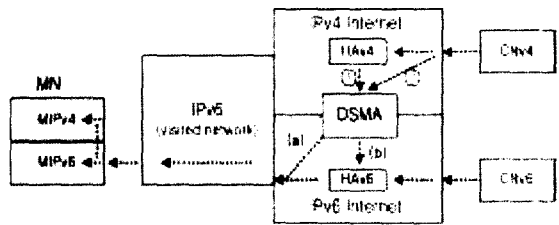
3.2 이중 스택 이동 에이전트(Dual Stack Mobility Agent, DSMA)

이 절에서는 [5]에서 제시된 이중 스택 이동 에이전트를 이용하여 어떻게 전이 환경에서 이동성을 제공할 수 있는지를 보여준다.

이중 스택 이동 에이전트는 IPv4/IPv6 주소 변환 리스트(Address Translator List, ATL)를 가지며, 이동 노드에 대한 이중 스택 이동 에이전트의 역할에 따라 이중 스택 외부 에이전트(Dual Stack Foreign Agent, DSFA)와 이중 스택 홈 에이전트(Dual Stack Home Agent, DSHA)로 나누어진다. 이중 스택 이동 에이전트의 동작은 위치와 역할에 따라 다음 세 가지 경우로 나눌 수 있다.

표 1 이중 스택 이동 에이전트에 대한 각 시나리오

역할 \ 위치	홈 도메인	외부 도메인
외부 에이전트	①	③
홈 에이전트	②	X



(a) DSMA에 등록된 주소가 이동 노드의 IPv6 의탁 주소일 경우
(b) DSMA에 등록된 주소가 외부 노드의 IPv6 홈 주소일 경우

그림 2 홈 도메인 내에서 DSMA의 동작

표 1의 ① 경우, 그림 2에서 ①과 같이 이중 스택 이동 에이전트는 이중 스택 외부 에이전트로 동작한다. IPv4 상대 노드에서 IPv4 홈 주소로 들어온 패킷을 IPv4 홈 에이전트가 인터셉트하여 IPv4 의탁 주소로 터널링한다. 터널링된 패킷을 이중 스택 외부 에이전트가 자신의 IPv4 인터페이스에서 디캡슐화하여 내부의 IPv4 홈 주소를 확인하여, 주소 변환 리스트에 대응하는 이동 노드의 IPv6 주소로 전달한다. 이동 노드의 IPv6 주소가 홈 주소이면, IPv6 홈 에이전트를 통해서 패킷이 전달되고, 이동 노드의 IPv6 주소가 의탁 주소이면, 이중 스택 외부 에이전트에서 이동 노드로 직접 전달된다.

표 2의 ② 경우, 그림 2의 ②와 같이 이중 스택 이동 에이전트는 이중 스택 홈 에이전트로 동작한다. 이동 노드는 이중 스택 홈 에이전트를 IPv4 홈 에이전트로 사용한다. IPv4 상대 노드에서 이동 노드의 IPv4 홈 주소로 들어온 패킷을 이중 스택 홈 에이전트가 등록되어 있는 이동 노드의 IPv6 주소로 터널링해준다. 이때, 등록된 주소가 IPv6 홈 주소라면 IPv6 홈 에이전트를 통해

서 전달되고, IPv6 의탁 주소라면, 이동 노드로 직접 전달된다.

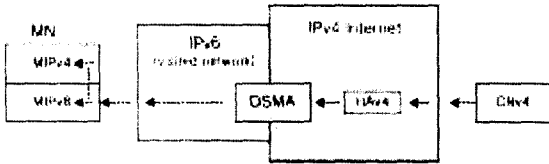


그림 3 외부 도메인 내에서 DSMA의 동작

표 3의 ③ 경우, 그림 3처럼 이중 스택 이동 에이전트가 이중 스택 외부 에이전트로 동작한다. IPv4 상대 노드에서 이동 노드의 IPv4 홑 주소로 들어오는 패킷을 IPv4 홑 에이전트가 인터셉트하여 등록된 이동 노드의 IPv4 의탁 주소로 터널링한다. 터널링된 패킷을 수신한 이중 스택 외부 에이전트가 패킷을 디캡슐화하여 내부의 IPv4 홑 주소를 확인하여, 주소 변환 리스트에 대응하는 이동 노드의 IPv6 주소로 전달한다.

3.3 이동 IPv4 확장

이 절에서는, [6]을 바탕으로 하여 이동 IPv4를 지원하는 이동 노드가 IPv6 주소를 이해하기 위한 추가 사항들을 기술한다. 이동 IPv4에서의 홑 에이전트와 외부 에이전트들은 에이전트 광고 메시지에 'A' 플래그를 추가하여 IPv6 지원을 나타낸다. 이동 노드의 IPv6 지원을 위해 IPv6 홑 주소 확장 헤더, IPv6 호환성 확장 헤더, IPv6 코드 확장 헤더들을 추가한다. 외부 도메인을 방문한 이동 노드가 IPv6 홑 주소 확장 헤더를 포함한 등록 요청(registration request) 메시지를 보내면, 외부 에이전트는 IPv6 호환성 확장 헤더를 포함한 등록 응답(registration reply) 메시지를 보내어 IPv6 의탁 주소를 할당해 줄 수 있다. 홑 에이전트는 이동 노드의 IPv6 홑 주소를 알고 있어야 하며, 상대 노드로부터 온 패킷을 인터셉트하여 등록된 의탁 주소로 터널링해야 한다.

3.4 이동 IPv6 확장

이 절에서는, [7]을 바탕으로 하여 이동 IPv6를 지원하는 이동 노드가 IPv4 주소를 이해하기 위한 추가 사항들을 기술한다. 이동 노드의 IPv4 지원을 위해, 바인딩 업데이트 메시지에 IPv4 홑 주소 옵션을 추가한다. 옵션의 IPv4 홑 주소 필드에는 이동 노드의 IPv4 홑 주소 값이 들어가며, 만약 그 값이 0.0.0.0이라면, 홑 에이전트에게 IPv4 홑 주소를 요청하는 것을 나타낸다. 또한, 바인딩 응답 메시지에 IPv4 주소 응답 옵션이 추가된다. 이 옵션은 이동 노드의 IPv4 홑 주소에 대한 바인딩 캐시 엔트리 생성의 성공여부를 나타내며 실패할 경우에는 IPv6 홑 주소에 대한 바인딩 캐시 엔트리만을 생성한다. IPv4 홑 주소 필드에는 홑 에이전트가 바인딩 캐시 엔트리에 사용한 이동 노드의 IPv4 홑 주소가 들어간다. 이때, 이동 노드로부터 수신한 바인딩 업데이트

메시지에서 IPv4 홑 주소를 복사한다. IPv4 홑 주소 필드가 만약 0.0.0.0으로 채워져 있다면, 홑 에이전트가 이동 노드에게 IPv4 홑 주소를 할당해준다. 홑 에이전트에서는 IPv4와 IPv6 홑 주소에 대해 각각 바인딩 캐시 엔트리를 생성해야 한다. 바인딩 응답 메시지의 IPv6 헤더의 목적지 주소는 IPv4-mapped IPv6주소 형식을 사용하며, 이동 IPv6의 규정에 따라서 구성된다. 라우팅 헤더는 언제나 반드시 IPv6 홑 주소를 포함해야 한다. 이동 노드와 홑 에이전트의 바인딩이 완료되면, 이동 노드의 홑 주소들로 보내어진 패킷들은 홑 에이전트에 의해서 터널링되어 이동 노드의 의탁주소로 전달된다.

4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 전이 환경에서의 이동성 제공을 위해, 이동 IPv4, 이동 IPv6 그리고 이중 스택 메커니즘에 대해 살펴보았다. 그리고 이중 스택 메커니즘을 이용한 여러 가지 방안들을 분석하였다. 각 방안들은 전이 환경에 따라 그 적합성 및 유용성이 달라질 것이다. 앞으로 보다 심층적인 연구를 통하여, 가장 보편적인 전이 환경에 적합한 방안을 찾아내어 테스트베드를 구축하여 실제 망적용성을 검사해 볼 것이다.

참고 문헌

- [1] C. Perkins, "IP mobility", IETF, RFC 2002, Oct 1996
- [2] D. Johnson, C. Perkins, "Mobility Support in IPv6", IETF, draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt, Jun 2003
- [3] Jim Bound, "Dual Stack Transition Mechanism (DSTM)", IETF, draft-ietf-ngtrans-dstm-07.txt, Feb 2002
- [4] Shiao-Li Tsao, "Mobility support for IPv4 and IPv6 Interconnected Networks based on Dual-Stack Model", IETF, draft-tsao-mobileip-dualstack-model-02.txt, Feb 2000
- [5] P. Engelstad, "Transitional Integration of Mobile IPv4 and Mobile Ipv6", IETF, draft-engelstad-ngtrans-mipv4-over-mipv6-01.txt, Aug 2001
- [6] G. Tsirtsis, H. Soliman, "Dual Stack Mobile IPv4", IETF, draft-tsirtsis-v4v6-mipv4-00.txt, Aug 2003
- [7] H. Soliman, G. Tsirtsis, "Dual Stack Mobile Ipv6", IETF, draft-soliman-v4v6-mipv4-00.txt, Aug 2003